

柴式 FLACS I/A チップ

東京慈恵会医科大学眼科学講座 柴 琢也

1. はじめに

現在の白内障手術は、超音波水晶体乳化吸引術 (phacoemulsification and aspiration 以下 PEA) や foldable 眼内レンズ (intraocular lens 以下 IOL) により、小切開白内障手術として進歩を遂げている。更なる白内障手術の発展を目的として、フェムトセカンドレーザー (FS レーザー) を用いて白内障手術を行う方法 (Femto-Second Laser Assisted Cataract Surgery 以下 FLACS) が開発され、2009 年に初めての臨床報告がなされた¹⁾。現在は世界的に普及の過程にあり、わが国でも導入する施設が増えてきている。FLACS は、FS レーザーの光切断作用を用いて手術を施行する方法であり、この光切断にて前囊切開、水晶体破碎、角膜減張切開、角膜切開を行う。この際に手術時の解剖情報は前眼部光干渉断層法 (optical coherence tomography 以下 OCT) を用いて取得する。そのためマニュアルでは作成不可な切開を行うことが可能である。その後、手術顕微鏡下にて PEA 装置を用いて水晶体摘出を行い IOL を挿入する。用手的に行う術操作をコンピューター制御されたレーザー装置を用いて、切開、切断操作を行うため、正確性、再現性の向上が本術式の大きな利点である。前囊切開の中心性や正円性の精度および大きさの正確性については、FLACS の方が有意に優れていると報告²⁾ されている。そのため IOL の固定が良好になり、従来の手術に比べて IOL の傾斜や高次収差が軽減し^{3,4)}、術後屈折誤差も軽減するとの報告⁵⁾ もある。レーザーを用いて水晶体核破碎が行われているので、PEA では通常よりも超音波パワーを下げて手術を行うことが可能である。このことにより、手術後の

黄斑浮腫⁶⁾、角膜浮腫⁷⁾が軽減することが報告されている。

PEA 装置での手術手技は、多くは通常の白内障手術のように施行されるが、FLACS 専用の I/A チップを開発したので紹介する。

2. 柴式 FLACS I/A チップ (イナミ)

2.1. 概要

FLACS においては前述の通り通常よりも少ない超音波発振で水晶体処理を行うことが可能であるが、その際には最大吸引圧を通常よりも上げて使用することが多いが、後囊を誤吸引する危険性が増してしまう。後囊の誤吸引の危険性を回避することを目的として、I/A チップを用いて水晶体処理を行うと、吸引のみでは限界があり、超音波破碎がないためごく初期の白内障にしか対応できない。これらのことに対応するために本製品を開発した。この I/A チップは従来の I/A チップ (直径約 0.3mm) よりも吸引口が大きい (0.94 mm×0.48mm) (図 1)。本製品は I/A チップであるが、PEA 装置の超音波ハンドピースに取り付けて使用する (図 2)。現在のところ対応機種はホワイトスター シグネチャー[®] システムおよびホワイトスター シグネチャー[®] PRO システム (Johnson & Johnson Surgical Vision) のみであるが、今後他機種にも対応予定である。

2.2. 使用方法

使用方法に関しては術者の好みで良いと考えているが、参考までに筆者の使用方法を紹介する。通常の白内障手術の設定は表 1 のとおりであるが、FLACS の設定は表 2 のように変更して行っていた。本 I/A チップ



図1 柴式 FLACS I/A チップ (先端部)
通常のI/Aチップに比べて吸引口が大きく、エッジは研磨加工されている。



図2 柴式 FLACS I/A チップ (全体像)
本チップはPEA装置の超音波ハンドピースに取り付けて使用する。

表1 通常の白内障手術の設定値

| | 最大吸引圧 | 超音波パワー | ボトル高 |
|------|---------|--------|------|
| 押し掛け | 10mmHg | 40% | 35cm |
| 引き掛け | 100mmHg | 30% | 50cm |

Venturi pump
ホワイトスター シグネチャー® PRO システムを用いて divide and conquer 法を行う際の PEA 装置の設定値。超音波チップは 20G の Curved tip を使用。

表2 FLACS 開始当時の白内障手術の設定値

| 最大吸引圧 | 超音波パワー | ボトル高 |
|---------|---------|------|
| 100mmHg | 5 ~ 15% | 50cm |

Venturi pump
FLACSを行う際のPEA装置の設定値。FSレーザーによる grid spacing は 350μm であり、超音波チップは 20G の Curved tip を使用。

プを導入してからは、grid spacing を小さくするとともに、表3の設定で手術を行った。EL-II 程度の核硬度であれば吸引のみで問題なく水晶体処理を行うことができるが、それ以上になるとフックによって吸引口に

表3 柴式 FLACS I/A チップを用いる場合の設定値

| 最大吸引圧 | ボトル高 |
|---------|------|
| 450mmHg | 50cm |

Venturi pump

表4 柴式 FLACS I/A チップを用いる場合の設定値 (超音波発振を行う場合)

| 最大吸引圧 | 超音波パワー | ボトル高 |
|---------|--------|------|
| 450mmHg | 5% | 50cm |

Venturi pump
フットペダルを 95% 以上踏み込むと、duty ratio 6% (on 2msec/off 30msec) の超音波発振を行うことにより、吸引口部分の水晶体を揺する。

トラップされた核片などを押し込む操作が必要になった。そこで、超音波発振を僅かに加えて、必要時にI/Aチップを振動させて(表4)トラップを解除できるようになった。この設定によってEL-IIIまでは対応できるようになっている。それ以上の進行した白内障に対

しては、水晶体分割のみをFSレーザーで行い、通常の超音波チップを用いて水晶体処理を行う方が安全かつ効率的であると考える。

3. さいごに

FLACSは開始されてまだ数年しか経過していない術式であり、すでに進歩・発展しているPEAを継承するような術式が一般的であるが、今後本術式のメリットを最大限生かすべくPEAとはある意味決別するような手術方法も開発されていくであろう。今後の発展が楽しみである。

■文 献

- 1) Nagy Z, Takacs A, Filkorn T, et al.: Initial clinical evaluation of an intraocular femtosecond laser in cataract surgery. *J Refract Surg*, **25**: 1053-1060, 2009.
- 2) Roberts TV, Lawless M, Bali SJ, et al.: Surgical outcomes and safety of femtosecond laser cataract surgery: a prospective study of 1500 consecutive cases. *Ophthalmology*, **120**: 227-233, 2013.
- 3) Friedman NJ, Palanker DV, Schuele G, et al.: Femtosecond laser capsulotomy. *J Cataract Refract Surg*, **37**: 1189-1198, 2011.
- 4) Tackman RN, Kuri JV, Nichamin LD, et al.: Anterior capsulotomy with an ultrashort-pulse laser. *J Cataract Refract Surg*, **37**: 819-824, 2011.
- 5) Kránitz K, Takacs A, Miháltz K, et al.: Femtosecond laser capsulotomy and manual continuous curvilinear capsulorhexis parameters and their effects on intraocular lens centration. *J Refract Surg*, **27**: 558-563, 2011.
- 6) Filkorn T, Kovács I, Takács A, et al.: Comparison of IOL power calculation and refractive outcome after laser refractive cataract surgery with a femtosecond laser versus conventional phacoemulsification. *J Refract Surg*, **28**: 540-544, 2012.
- 7) Ecsedy M, Miháltz K, Kovács I, et al.: Effect of femtosecond laser cataract surgery on the macula. *J Refract Surg*, **27**: 717-722, 2011.